

⑤  
⑩ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

Int. Cl. 2:

**G 01 R 27/18**

G 01 R 31/02

H 02 H 7/00

**DT 26 21 069 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 26 21 069**

⑫

Aktenzeichen: P 26 21 069.5

⑬

Anmeldetag: 12. 5. 76

⑭

Offenlegungstag: 10. 11. 77

⑮

Unionspriorität:

⑮ ⑮ ⑮

22. 4. 76 Schweiz 5029-76

DS

⑯

Bezeichnung:

Einrichtung zum Prüfen der Wellen/ Lager-Isolation

⑰

Anmelder:

BBC AG Brown, Boveri & Cie, Baden (Schweiz)

⑱

Vertreter:

Kluge, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7891 Küssaberg

⑲

Erfinder:

Bernasconi, Felix, Dipl.-Ing., Zollikerberg; Salm, Max, Dipl.-Ing.,  
Wettingen (Schweiz)

⑳

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-PS 6 01 012

DT-OS 25 45 574

DT-OS 24 45 122

**DT 26 21 069 A 1**

2621069

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Einrichtung zum Prüfen der Wellen/Lager-Isolation bei Maschinen mittels einer zwischen Welle und Erde anliegenden elektrischen Spannung und Mitteln zur Störungsanzeige, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Schaltanordnung (5, 6) zum Unterbrechen der Wellenerdung, eine zweite Schaltanordnung (5,6,9) zum Anlegen einer Prüfspannung während der Unterbrechung zwischen einer Welle (1) über mindestens eine Erdungsbürste (4) und einem geerdeten Lager (2) und eine dritte Schaltanordnung (18) zur Erfassung der über der Unterbrechungsstelle (5) anliegenden Spannung vorgesehen sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen das Lager (2) und die Erdungsbürste (4) ein Kondensator (7) geschaltet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine vierte Schaltanordnung (9, 21) zur Veränderung der Prüfspannung vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Schaltanordnung (9;21) einen Impulsgenerator (9) zum Laden des Kondensators (7) umfasst.

709845/0587

ORIGINAL INSPECTED

5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Schaltanordnung (9;21) einen Sägezähngenerator (21) zum Laden des Kondensators (7) umfasst.
6. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine fünfte Schaltanordnung (12,13,15,16; 12,13,16,26) zur Begrenzung der Prüfspannung vorgesehen ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine sechste Schaltanordnung (10,11) zum selbständigen, vorzugsweise periodischen Einleiten des Prüfvorganges vorgesehen ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine siebente Schaltanordnung (12,13,15,18; 12,13,18,20, 24,26) zum selbständigen Abbrechen bzw. Beenden des Prüfvorganges bei Störungen und/oder bei Erreichen der maximalen Prüfspannung vorgesehen ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die fünfte Schaltanordnung einen Grenzwertschalter (15; 20, 26) und einen von diesem gesteuerten Ausschalter (12, 13) umfasst.

10. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die siebente Schaltanordnung einen Spannungsvergleicher (18) zum Vergleich der Prüfspannung mit einer Vergleichsspannung, einen Grenzwertschalter (15; 20, 26) und einen von diesem gesteuerten Ausschalter (12, 13) umfasst.

BBC Aktiengesellschaft  
Brown, Boveri & Cie.

709845/0587

2621069

44/76

Ri/ho

4  
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)  
=====

Einrichtung zum Prüfen der Wellen/Lager-Isolation

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Prüfen der Wellen/Lager-Isolation bei Maschinen mittels einer zwischen Wellen und Erde anliegenden elektrischen Spannung und Mitteln zur Störungsanzeige.

Bei Turbomaschinen treten in allen Betriebszuständen elektrische Spannungen zwischen Welle und Lager auf, die allgemein als "Wellenspannungen" bezeichnet werden. Die Ursachen dieser Wellenspannungen sind beispielsweise

- Reibungselektrizität aufgrund der Dampf- oder Gasströmung
- "Lenard-Effekt" bei Nassdampf

709845/0587

- Scherung des Oelfilms im Gleitlager
- induzierte Gleich- & Wechselspannungen
- Isolationsfehler der Maschine.

Aufgrund der unterschiedlichen Ladungen von Welle und Lager kommt es häufig zum Ueberspringen von Funken und somit zum Stromfluss zwischen Welle und Lager. Die hauptsächlichsten Schäden, die von Wellenströmen verursacht werden können, treten am Traglager, Wellenzapfen und den Antriebszahnradern der Schmierstoffpumpe auf. Die beschädigten Maschinenelemente müssen, sofern die Schäden nicht im Anfangsstadium entdeckt werden, gründlich überholt oder ersetzt werden oder führen zu schweren Havarien. Die Folgen davon sind Leistungsausfall und hohe Reparaturkosten.

Zur Vermeidung der Wellenströme sind schon verschiedene Massnahmen ergriffen worden, z.B. durch Ableiten des Stromes über eine Erdungsbürste und durch Isolierung der Lager gegen Erde. Diese Ausführungen genügen jedoch in der Praxis nicht allein, da ein guter Kontakt der Erdungsbürste aufgrund schlechter Wartung, Verschmutzung durch Strom-Markierung, oder bei unruhig laufender Welle nicht gewährleistet ist. Auch eine eventuelle Isolation zwischen Lagerschale und Erde muss in regelmässigen Abständen kontrolliert werden, was jedoch wegen erschwerter

Zugänglichkeit besonders bei Nuklear-Siedewasser DT-Gruppen häufig vernachlässigt wird.

Man ist deshalb dazu übergegangen, die Isolation mit Hilfe einer elektrischen Schaltung zu überwachen, die Isolationsfehler sofort zur Anzeige bringt. Bei dieser Anordnung ist die Welle geerdet und die Wellen/Lager-Kapazität und die Lager/Erde-Kapazität sind in Reihe geschaltet. Eine zwischen Lager und Welle geschaltete Messeinrichtung bringt die dort auftretenden Spannungsänderungen zur Anzeige, beispielsweise durch das Aufleuchten einer Glühlampe. Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise in der US-PS 3'904'940 beschrieben.

Derartige Einrichtungen haben jedoch den Nachteil, dass sie im Dauerbetrieb nur mit geringen Prüfspannungen arbeiten können, wodurch aufkommende geringe Isolationsfehler nicht festgestellt werden. Ferner ist die Prüfspannung nicht konstant, sondern abhängig von der jeweiligen Wellenspannung, die jedoch aufgrund der unterschiedlichen Ursachen starken Änderungen unterliegt. Ausserdem ist die Anordnung einer Bürste, zusätzlich zur Erdungsbürste und die Lager/Erde-Isolation sämtlicher Radial- & Axiallager des Maschinensatzes sowie ev. Hilfsantriebe notwendig.

709845/0587

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung zum Prüfen der Wellen/Lager-Isolation der eingangs genannten Gattung zu schaffen, durch die auch geringe Isolationsfehler sicher angezeigt werden und bei der das Isolieren sämtlicher Lager gegen Erde nicht notwendig ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Einrichtung der eingangs genannten Gattung, dadurch gelöst, dass eine erste Schaltanordnung zum Unterbrechen der Wellenerdung, eine zweite Schaltanordnung zum Anlegen einer Prüfspannung während der Unterbrechung zwischen einer Welle über mindestens eine Erdungsbürste und einem Lager und eine dritte Schaltanordnung zur Erfassung der über der Unterbrechungsstelle anliegenden Spannung vorgesehen sind.

Zweckmässigerweise wird als Spannungsquelle für die Prüfspannung ein Kondensator zwischen das Lager und die Erdungsbürste geschaltet. Dieser leitet hochfrequente Wechselspannungen zur Erde ab. Es ist von Vorteil eine Schaltanordnung vorzusehen, durch welche die Prüfspannung verändert werden kann. Zur Veränderung der Prüfspannung ist ein Impulsgenerator oder ein Sägezahn-generator zum Laden des Kondensators besonders geeignet. Es ist von Vorteil, die Prüfspannung zu begrenzen, beispielsweise mittels eines Grenzwertschalters und eines von diesem gesteuerten Ausschalters. Zweckmässigerweise werden

709845/0587



Schaltanordnungen vorgesehen, die ein selbständiges vorzugsweise periodisches Einleiten des Prüfvorgangs und ein selbständiges Abbrechen bzw. Beenden des Prüfvorganges bei Störungen und/oder bei Erreichen der maximalen Prüfspannung ermöglichen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus einem nachstehend anhand der Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiel.

In der Zeichnung zeigen Fig. 1 und Fig. 2 jeweils eine Einrichtung zum selbständigen, periodischen Prüfen der Wellen/Lager-Isolation.

In Fig. 1 ist eine Welle (Rotor) 1 in einem Gleitlager 2 gelagert, wobei sich zwischen der Welle 1 und dem Gleitlager 2 ein Schmiermittel 3 befindet. Die Welle 1 ist mit einer Erdungsbürste 4 versehen, die über einen Öffnungskontakt 5 eines Relais 6 mit der Erde verbunden ist. Parallel zu der aus der Welle 1, dem Lager 2 und dem dazwischen befindlichen Schmiermittel 3 gebildeten Kapazität ist ein Kondensator 7 geschaltet. Die Erdungsbürste 4 ist mit der Kathode einer Diode 8 verbunden. Ein Impulsgenerator 9 ist ausgangsseitig mit der Anode der Diode 8 verbunden, der Signaleingang ist

Über einen Schliesskontakt 10 eines Zeitrelais 11 und einen Oeffnungskontakt 12 eines Relais 13 an eine Gleichspannungsquelle 14 geschaltet. Die Spule des Relais 6 ist zwischen die Verbindungsleitung des Schliesskontaktes 10 zum Impulsgenerator 9 und Erde, die Spule des Zeitrelais 11 zwischen die Verbindungsleitung des Schliesskontaktes 10 zum-Oeffnungskontakt 12 und Erde geschaltet. Ein Vorwahlzähler 15 mit Grenzwertschalter ist eingangsseitig mit der Anode der Diode 8 und ausgangssseitig mit einem Eingang eines Oder-Schaltgliedes 16 verbunden. Ein Digital-Analog-Wandler 17 ist eingangsseitig mit der Anode der Diode 8 und ausgangssseitig mit einer Eingangsklemme eines Spannungsvergleichers 18 verbunden. Die andere Eingangsklemme des Spannungsvergleichers 16 ist an die Erdungsbürste 4 geschaltet. Die Ausgangsklemme ist mit einer Signallampe 19 und mit einem zweiten Eingang des Oder-Schaltgliedes 16 verbunden. Der Ausgang des Oder-Schaltgliedes 16 ist an die Spule des Relais 13 geschaltet. Ein Voltmeter 20 mit Grenzwertanzeiger ist zwischen die Erdungsbürste 4 und Erde geschaltet.

Zum Prüfen der Wellen/Lager-Isolation schliesst zunächst das Zeitrelais 11 nach Ablauf der eingestellten Zeit den Kontakt 10, wodurch das Relais 6 betätigt, d.h. der Kontakt 5 geöffnet und somit die Erdung unterbrochen wird. Gleichzeitig wird der Impulsgeber 9 gestartet, der eine Reihe von Impulsen auf den

709845/0687

Kondensator 7 gibt, dessen Gleichspannung dadurch stufenweise ansteigt. Der Vorwahlzähler 15 zählt die Anzahl der Impulse. Der Digital-Analog-Wandler 17 liefert eine Vergleichsspannung für den Spannungsvergleicher. Bei Erreichen der Anzahl von Impulsen, die der maximalen Prüfspannung von beispielsweise 100 V entsprechen, gibt der Vorwahlzähler 15 ein Signal auf das Oder-Schaltglied 16, dieses schaltet das Relais 13, dass durch Öffnen des Kontaktes 11 den Prüfvorgang beendet. Erfolgt vor Erreichen der maximalen Prüfspannung ein Durchschlag z.B. durch den Schmierstoff 3, so entlädt sich der Kondensator 7, wodurch die Spannung absinkt. Aufgrund der Differenz zwischen der vom Digital-Analog-Wandler 17 gelieferten Vergleichsspannung und der tatsächlichen Spannung schaltet der Spannungsvergleicher 18 die Signallampe 19 und über das Oder-Schaltglied 16 das Relais 13 ein, wodurch der Prüfvorgang abgebrochen wird. Das Voltmeter 20 mit Grenzwertgeber zeigt die Höhe der Prüfspannung an, bzw. bei welcher Spannung der Durchschlag durch den Schmierfilm erfolgte.

In Fig. 2 ist eine Welle 1 in einem Gleitlager 2 gelagert, wobei sich zwischen der Welle 1 und dem Gleitlager 2 ein Schmiermittel 3 befindet. Die Welle 1 ist mit einer Erdungsbürste 4 versehen, die über einen Öffnungskontakt 5 eines Relais 6 mit der Erde verbunden ist. Parallel zu der aus der Welle 1, dem

Lager 2 und dem Schmiermittel 3 gebildeten Kapazität ist ein Kondensator 7 geschaltet. Die Erdungsbürste 4 ist mit der Kathode einer ersten Diode 8 verbunden, deren Anode an die Ausgangsklemme eines Sägezahngenerators 21 geschaltet ist. Die Anode einer zweiten Diode 22 ist mit der Anode der ersten Diode 8, die Kathode über einen zweiten Öffnungskontakt 23 des Relais 6 mit Erde verbunden. Zwischen die Kathode der zweiten Diode 22 und Erde ist ein Kondensator 24 und parallel zu diesem ein Voltmeter 18 mit Vorwiderstand 25 geschaltet. Die Kapazität des Kondensators 24 ist gleich der Gesamtkapazität des Kondensators 7 und der aus der Welle, dem Lager 2 und dem Schmierstoff 3 gebildeten Kapazität. Das Voltmeter 20 verfügt über einen Grenzwertschalter 26, der bei Erreichen eines vorher bestimmten Spannungswertes betätigt wird. Der Signaleingang des Sägezahngenerators 21 ist über einen Schliesskontakt 10 eines Zeitrelais 11 und einen Öffnungskontakt 12 eines Relais 13 an eine Gleichspannungsquelle 14 geschaltet. Die Spule des Relais 6 ist zwischen die Verbindungsleitung des Schliesskontaktes 10 zum Sägezahngenerator 21 und Erde, die Spule des Zeitrelais 11 zwischen die Verbindungsleitung des Schliesskontaktes 10 und des Öffnungkontaktes 12 und Erde geschaltet. Ein Spannungsvergleicher 18 ist mit einer Eingangsklemme an die Erdungsbürste 4 und mit der anderen Eingangsklemme an die Kathode der zweiten Diode 22 geschaltet.

Zwischen die Ausgangsklemme des Spannungsvergleichers 18 und Erde ist eine Signallampe 19 geschaltet. Eine Eingangsklemme eines Oder-Schaltgliedes 16 ist mit der Ausgangsklemme des Spannungsvergleichers 18, die andere Eingangsklemme über den Grenzwertschalter 26 mit dem Signaleingang des Sägezahngenerators 21 verbunden. Die Spule des Relais 13 ist zwischen die Ausgangsklemme des Oder-Schaltgliedes 16 und Erde geschaltet.

Zum Prüfen der Welle/Lager-Isolation mit Hilfe der Prüfeinrichtung gemäss Fig. 2 schliesst zunächst das Zeitrelais 11 nach Ablauf der eingestellten Zeit den Kontakt 10, wodurch das Relais 6 betätigt, d.h. die Kontakte 5 und 23 geöffnet werden. Gleichzeitig wird der Sägezahngenerator 21 gestartet, der mit allmählich ansteigender Spannung den Kondensator 7 und den Kondensator 24 lädt. Die an den Kondensatoren 7 und 24 anliegenden Spannungen werden vom Spannungsvergleicher 18 verglichen. Die Spannung des Kondensators 24 wird vom Voltmeter 20 gemessen und bei Erreichen der maximalen Prüfspannung der Grenzwertschalter 26 geschlossen. Dadurch wird über das Oder-Schaltglied 16 das Relais 13 betätigt und der Prüfvorgang beendet. Erfolgt vor Erreichen der maximalen Prüfspannung ein Durchschlag durch den Schmierstoff 3, so entlädt sich der Kondensator 7, wodurch die Spannung absinkt. Aufgrund der Differenz der Spannungen des Kondensators 7 und des Kondensators 24 schaltet der Spannungsvergleicher 18 die Signallampe

709845/0587

19 und über das Oder-Schaltglied 16 das Relais 13 ein, welches somit den Prüfungsvorgang abbricht.

Die erfindungsgemässe Einrichtung hat nicht nur den Vorteil, dass nur noch wenige Lager eines Maschinensatzes isoliert werden müssen, was eine erhebliche Kostenersparnis bedeutet, sondern ermöglicht auch eine frühest mögliche Anzeige sich anbahnender Isolationsfehler, wodurch Schäden infolge von wiederholten Stromdurchschlägen vermieden werden. Die Einrichtung gestattet ferner, dass jede betriebsgefährdende Reduktion alle Isolationsabstände von Schaufeln, Labyrinth-Wel-lendichtungen und Lagern angezeigt wird.

Nummer: 26 21 069  
 Int. Cl. 2: G 01 R 27/18  
 Anmeldetag: 12. Mai 1976  
 Offenlegungstag: 10. November 1977

BBC Aktiengesellschaft  
 Brown, Boveri & Cie.  
 CH-5401 Baden

44/76 2/1  
 2 Blätter - Nr. 1

2621069

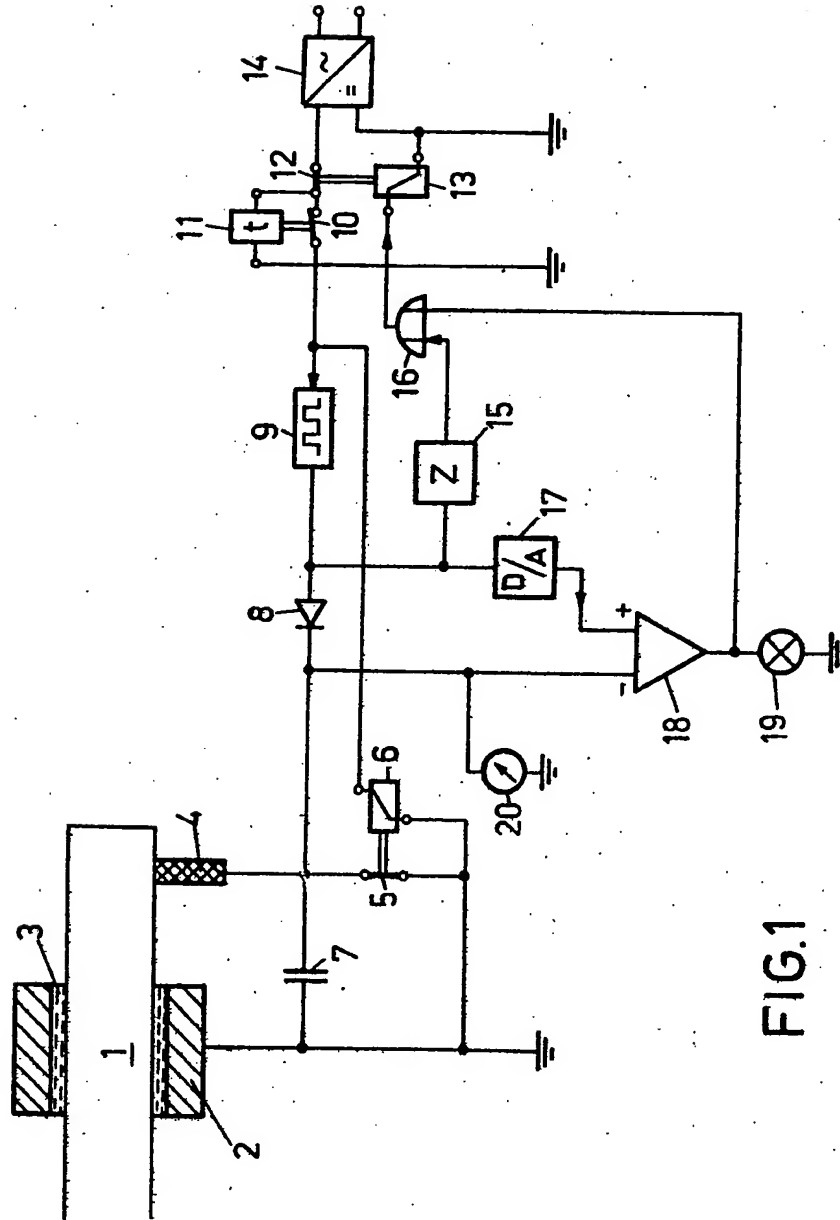
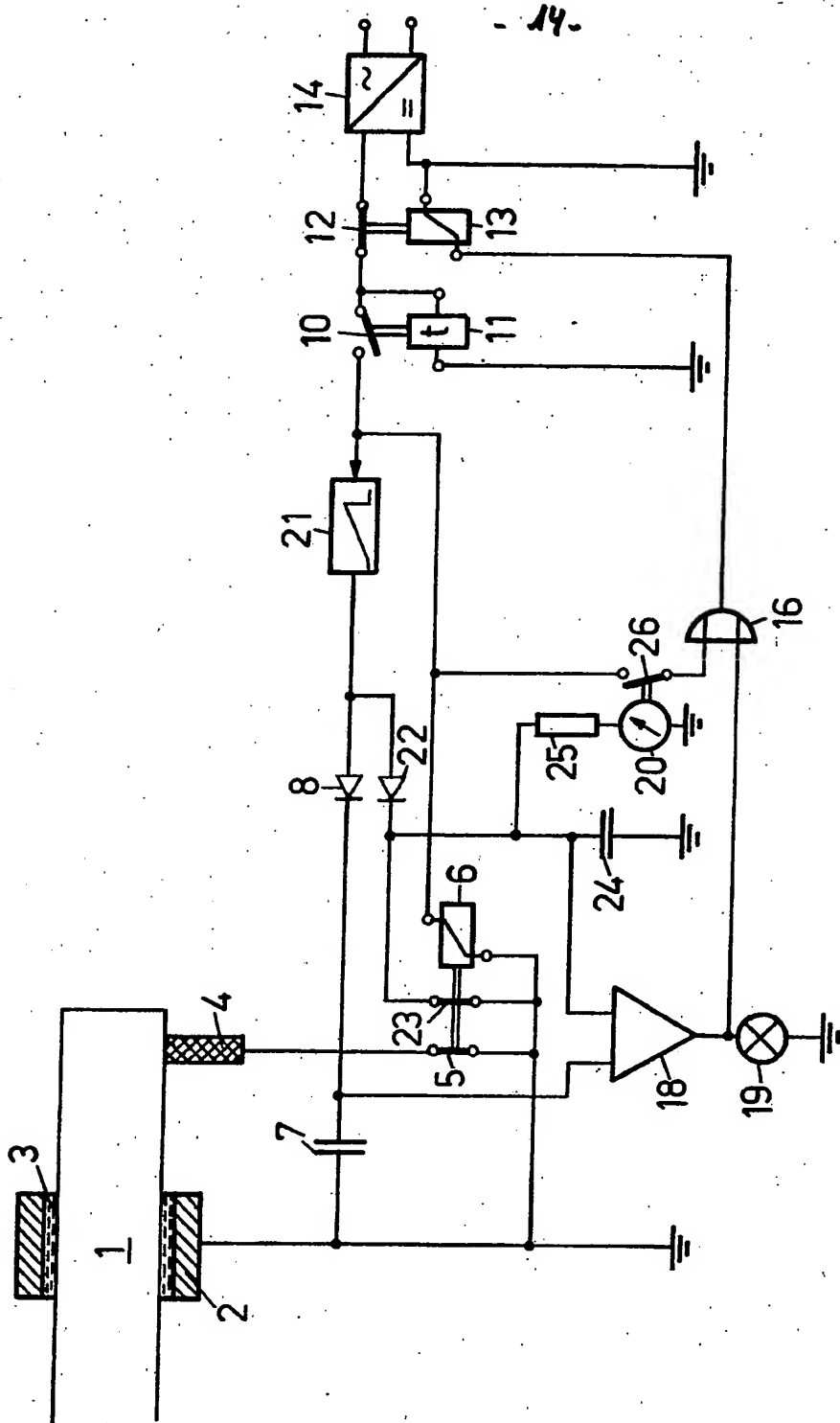


FIG. 1

709845/0587

2621069



**FIG. 2**

709845/0587